



к.г.н., доц. Сикан Александр Владимирович  
Российский государственный гидрометеорологический университет

# Гидрологические расчеты

Часть II  
для студентов IV курса РГГМУ

лекция № 4

## РАСЧЕТ НАИВЫСШИХ УРОВНЕЙ ВОДЫ РЕК

### Расчет при наличии данных гидрометрических наблюдений

Расчетные наивысшие уровни воды рек в створе поста определяются по аналитической кривой обеспеченностей наивысших мгновенных или срочных уровней воды.

Для рек, наивысшие уровни которых наблюдаются в разные фазы водного и ледового режимов, производится выборка и обработка однородных рядов уровней, соответствующих снеговому половодью, дождевым паводкам и паводкам ледниковых вод.

## Особенности расчета

Ряд может содержать отрицательные значения.

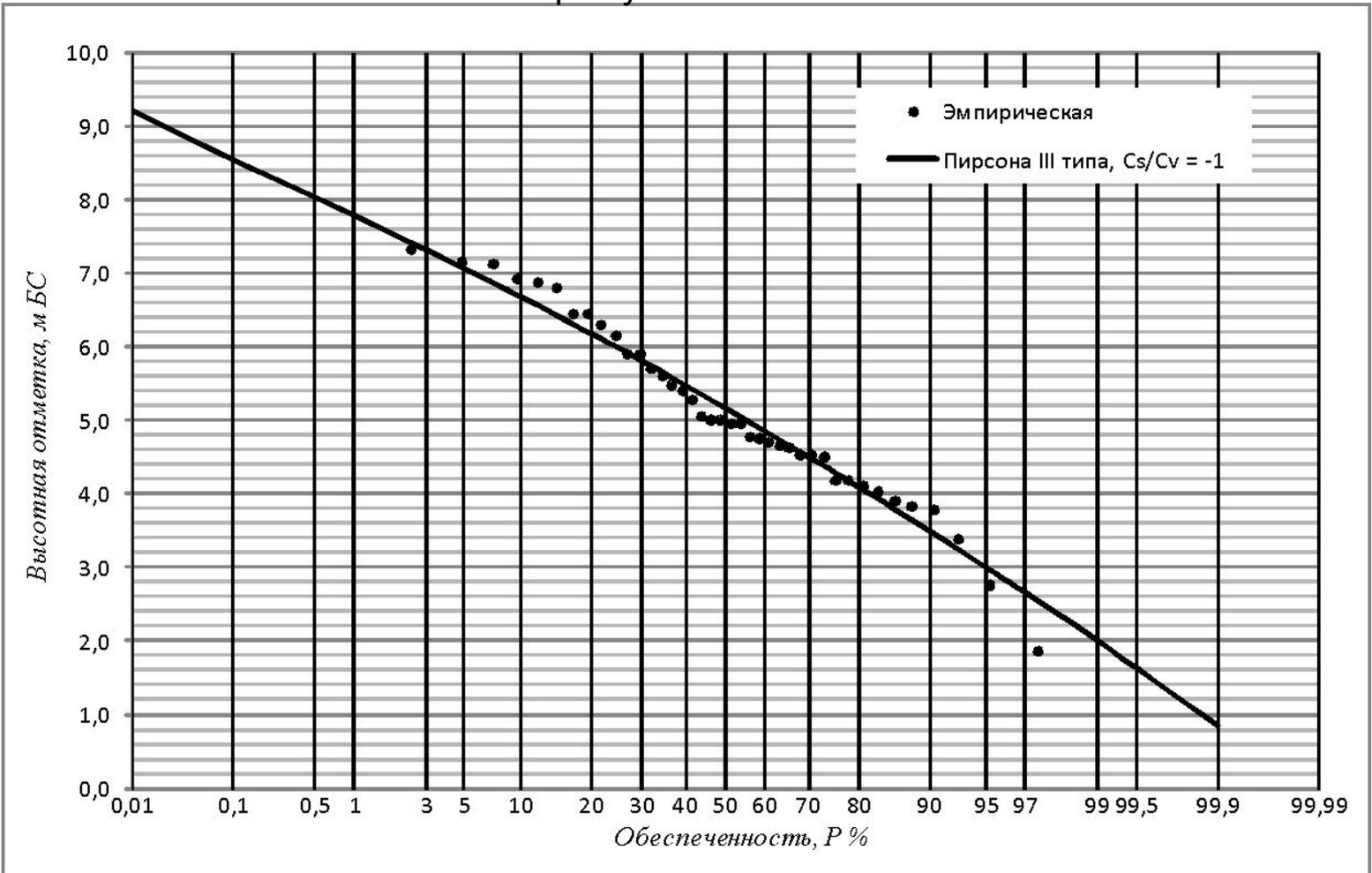
*Можно изменить «0» графика; можно строить кривую обеспеченностей в нормированных ординатах (Пирсона III типа); переход к абсолютным отметкам приведет к уменьшению  $C_v$ .*

Ряды уровней нередко имеют отрицательную асимметрию  
*Используется кривая обеспеченностей Пирсона III типа.*

Эмпирическая кривая обеспеченностей может иметь 2 и даже 3 моды – из-за особенностей поперечного профиля в расчетном створе (наличие пойменных террас).  
*Приходится пользоваться сглаженной кривой обеспеченностей.*

При наличии сведений учитывается исторический максимум.

р. Луга – г. Кингисепп



$H_{cp}$	$C_v$	$C_s$ (оценка)	$C_s$ (подбор)	$r(1)$	$\sigma_{cp}, \%$	$\sigma_{Cv}, \%$
518	0,24	-0,18	-0,24	0,04	3,8	11,5

\* – Уровни в см над нулем поста. Нуль поста: минус 0,06 м БС

Расчетные уровни вверх или вниз по течению реки в случае свободного состояния русла переносятся по одному из трех способов:

1. по кривым расходов воды  $Q = f(H)$  для бесприточных и малоприточных участков;
2. по кривым связи соответственных уровней воды;
3. по продольному профилю водной поверхности с учетом ее уклона при высоком уровне воды.

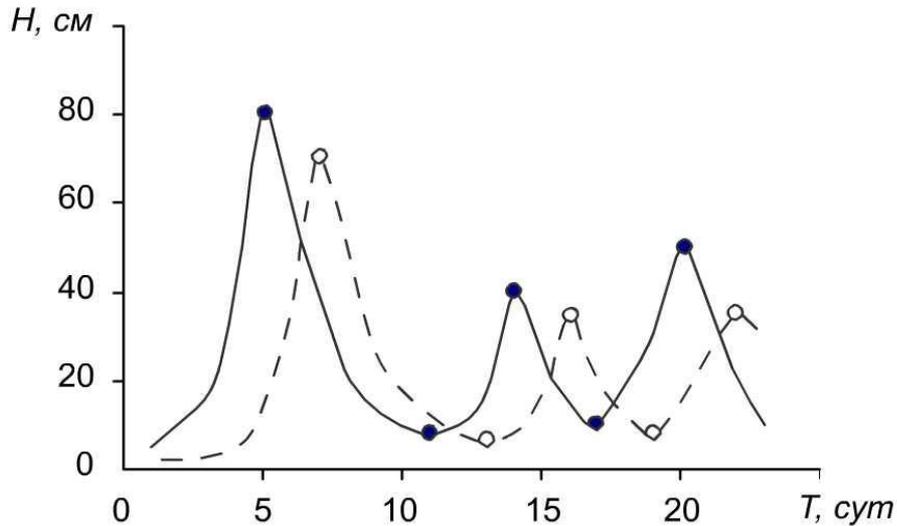
## Перенос уровней с помощью кривых $Q = f(H)$ (для бесприточных и малоприточных участков)

На участке проектирования открывается один или несколько временных гидрологических постов и производятся параллельные с опорным постом наблюдения за уровнями.

На основании данных параллельных наблюдений строятся в единой системе отметок кривые  $Q=f(H)$  для каждого из створов, которые экстраполируются до расчетного максимума расхода.

По этим кривым определяются значения наивысших уровней в створах временных постов и по ним строится продольный профиль водной поверхности.

## Перенос уровней по кривым связи соответственных уровней воды



$$H_1 = f(H_2)$$

Экстраполируются кривые связи уровней. Данный способ может быть применен, если параллельными наблюдениями освещено не менее 80% многолетней амплитуды колебания уровня воды в опорном створе и направление кривой связи в верхней части выявилось достаточно отчетливо.

Перенос уровней по продольному профилю водной поверхности  
с учетом ее уклона при высоком уровне воды

Перенос производится в пределах небольших  
по длине речных участков (1-3 км) с учетом  
зависимости уклона от уровня.

## Расчет уровней при наличии короткого ряда гидрометрических наблюдений

1. За имеющийся период наблюдений строится кривая  $Q=f(H)$  для свободного состояния русла.
2. При наличии на реке заторов и зажоров оценивается заторная прибавка к расчетному уровню.
3. Ряд максимальных расходов воды приводится к длинному периоду с использованием данных по реке-аналогу.
4. По восстановленному ряду определяется расчетный расход заданной обеспеченности.
5. По кривой  $Q=f(H)$  определяется расчетный уровень воды.
6. При наличии заторов-зажоров вводится заторно-зажорная прибавка  $\Delta H_3$

Расчетные уровни вверх или вниз по течению реки в случае свободного состояния русла переносятся по одному из трех изложенных выше способов.

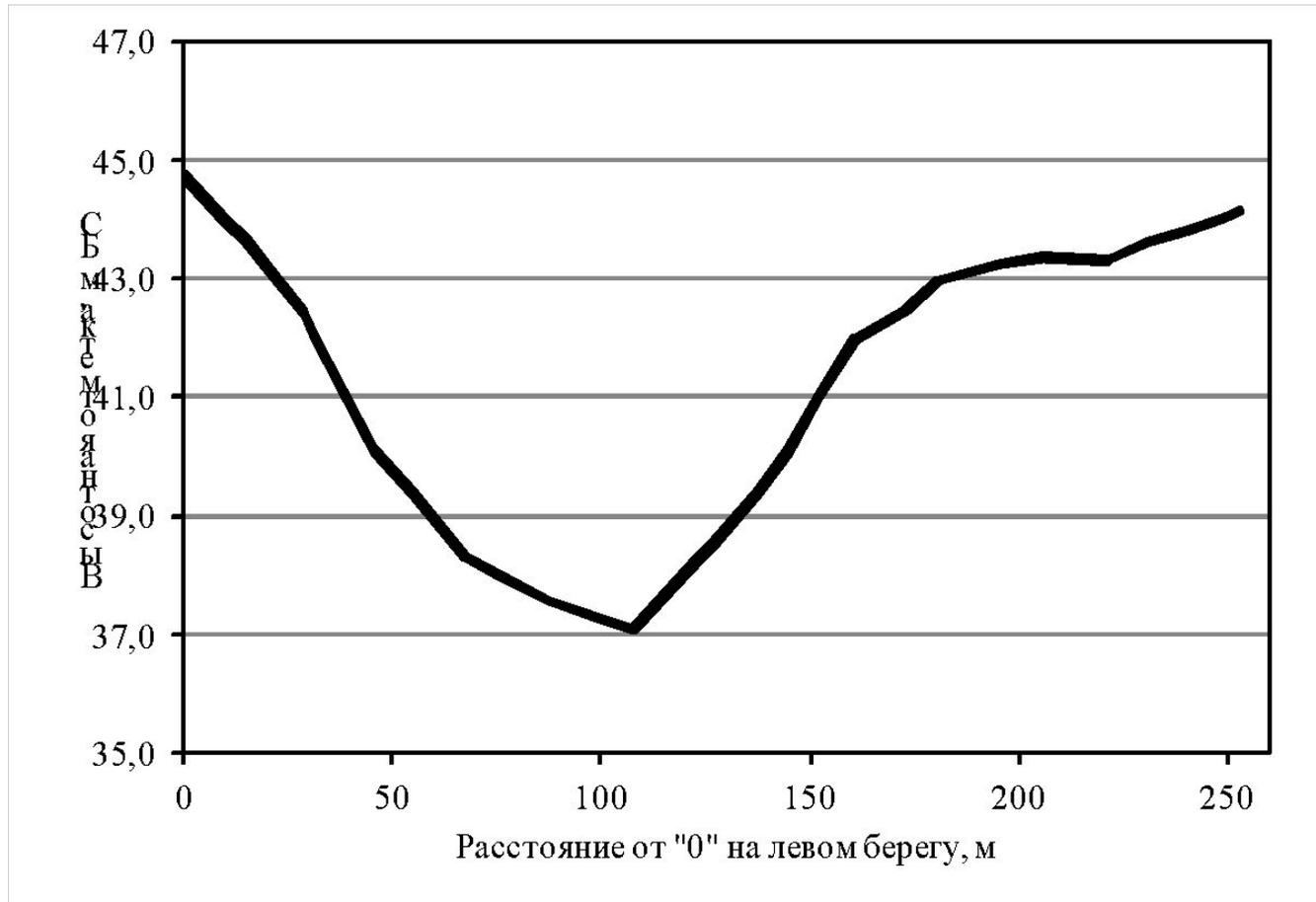
## ***Расчет уровней воды при отсутствии данных гидрометрических наблюдений***

**Требуются полевые изыскания**

### ***Основные задачи при проведении полевых изысканий:***

1. гидрографическое обследование исследуемого участка реки;
2. измерение продольных уклонов водной поверхности;
3. проведение кратковременных гидрометрических наблюдений за уровнями и расходами воды;
4. определение наивысшего уровня воды по меткам уровня высоких вод (УВВ);
5. проведение промеров глубин в реке и нивелирование береговых склонов выше уреза до предполагаемой высоты уровня воды 1%-ной обеспеченности;
6. Оценка коэффициента шероховатости русла и поймы.

По данным полевых изысканий строится поперечный профиль для расчетного створа



Площадь поперечного сечения  $\omega$ , ширина  $B$  и средняя глубина  $h_{\text{ср}}$  определялись по поперечному профилю в зависимости от уровня воды.

Средняя скорость рассчитывалась по формуле Шези-Манинга:

$$v_{cp} = C \sqrt{h_{cp} I} \quad (1)$$

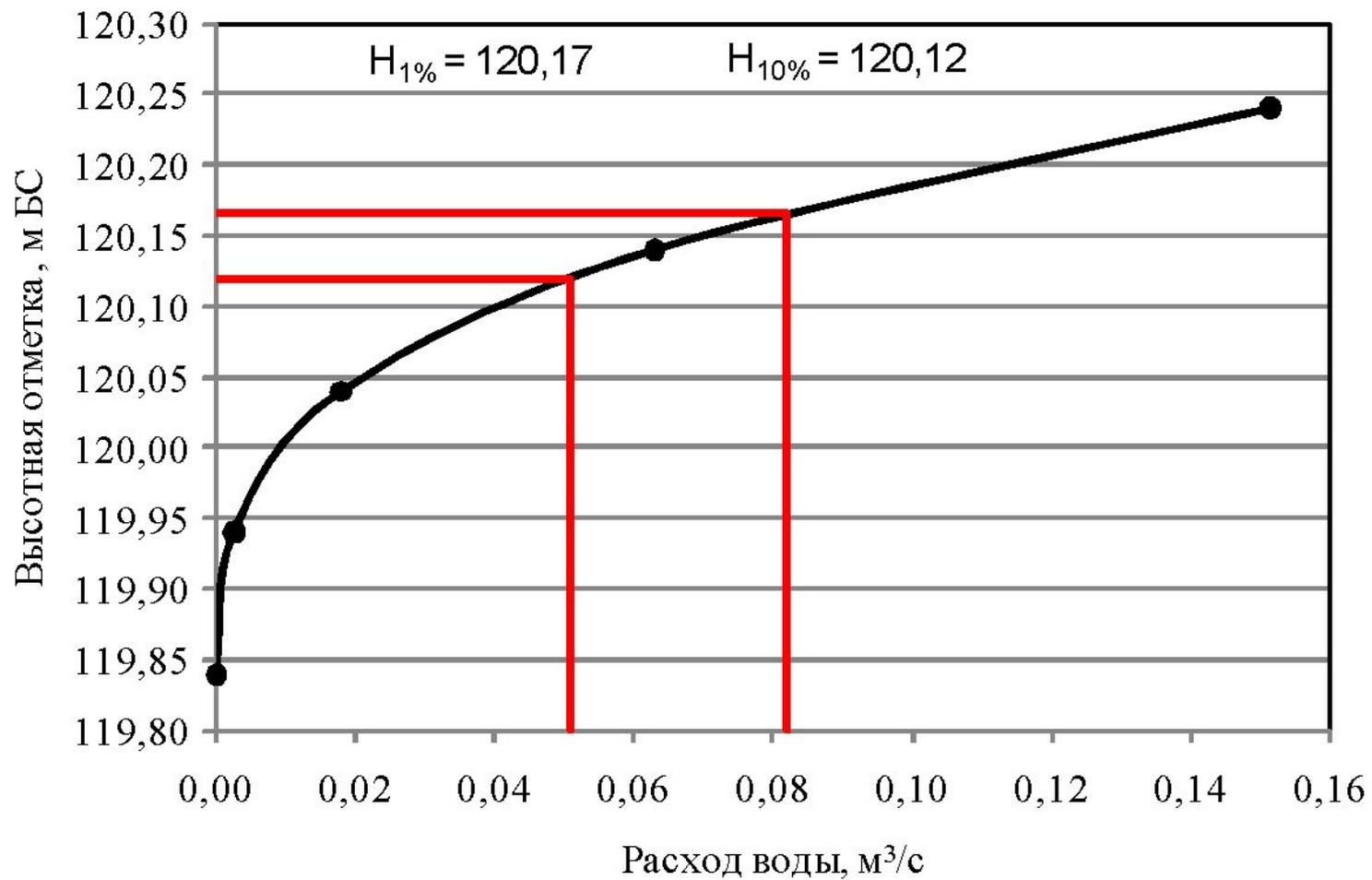
Коэффициент Шези рассчитывался по формуле Манинга:

$$C = \frac{h_{cp}^{1/6}}{n} \quad (2)$$

Расход для каждого уровня определяется по формуле:

$$Q = \omega v_{cp} = \frac{\omega}{n} h^{2/3} I^{1/2} \quad (3)$$

Расчетные уровни воды определяются по максимальному расходу воды расчетной вероятности превышения  $p$  % и кривой расходов воды  $Q = f(H)$ , которая строилась с учетом гидравлических и морфометрических характеристик русла и поймы реки в рассматриваемом створе.



Кривая расходов воды  $Q = f(H)$  в створе перехода

Если морфоствор не совпадает со створом перехода через водоток, расчетные уровни переносятся в створ перехода с учетом уклона водной поверхности на исследуемом участке.

## Ориентировочный расчет наивысших уровней проточных озер

$$\bar{\Delta H} = \beta (A / \Omega)^{0.5}$$

$\bar{\Delta H}$  – средний многолетний весеннее-летний подъем уровня в озере над порогом стока, см;

$A$  – площадь водосбора озера, км<sup>2</sup>;

$\Omega$  – площадь зеркала озера, км<sup>2</sup>;

$\beta$  – коэффициент, определяемый по данным аналогов. Для Кольского полуострова и Карелии  $\beta = 25$ , Для озер северных и центральных областей ЕТР  $\beta = 32$ .

Значения  $C_v$  и отношения  $C_s/C_v$  определяются по аналогам